



TITLE:

Landslide Hazard Assessment on the Upstream of Dam Reservoir(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Hendy, Setiawan

CITATION:

Hendy, Setiawan. Landslide Hazard Assessment on the Upstream of Dam Reservoir. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20340>

RIGHT:

許諾条件により本文は2017-07-31に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	Hendy Setiawan
論文題目	Landslide Hazard Assessment on the Upstream of Dam Reservoir (ダム貯水池の上流域における地すべり災害の評価に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、土のリングせん断試験と数値シミュレーションによってダム貯水池の上流域における地すべりの発生機構を解明することを目的としている。2008年に岩手宮城沖地震によって発生した荒砥沢ダムの大規模地すべりを対象に、現地調査と土のサンプリング、流域水収支解析、間隙水圧を制御したリングせん断試験、LS-RAPIDモデルによる地すべり動態シミュレーションを実施しており、以下の7章から構成されている。</p> <p>第1章は序論である。ダム貯水池周辺の地すべり災害の特徴と対策について説明し、リングせん断試験を中心とした既往研究をレビューしている。またダム貯水池周辺の大規模地すべり現象を解明するうえで、間隙水圧の初期値やその変化が地震時の地盤安定性に及ぼす影響を明らかにする必要があること、せん断試験によって推定した特性値を用いた地すべりの発生・流動に関するモデリングが重要であることを述べたうえで、本論の研究目的を明確にしている。</p> <p>第2章は2008年に発生した宮城県荒砥沢ダム上流の大規模地すべりについて説明している。災害発生前後の詳細な地形情報をもとに地すべりの規模やその挙動について論じるとともに、対象地域の地質的な特徴などを論じている。</p> <p>第3章は本論で用いたリングせん断試験の理論的背景と試験設備に関して説明している。リングせん断試験の開発の経緯を詳説したうえで、本論で主として用いるICL-2の構造や特徴について説明している。また本論で採用した数値シミュレーションモデルとして、LS-RAPIDモデルの理論的背景、基礎式、実験によって推定すべきパラメータ値などを詳説している。</p> <p>第4章は荒砥沢ダム流域の水収支解析の方法と結果を示している。対象とする荒砥沢の地すべりが発生した2008年当時の流域貯水量の状態を明らかにするため、1998年から2012年までの観測降水量や気温データをもとに流域貯水量の変動傾向を推定している。</p> <p>第5章はリングせん断試験の結果を示している。荒砥沢地すべりの崩壊部、末端部から採取した土塊試料を用いて初期間隙水圧を変えた非排水条件のリングせん断試験を実施している。また観測された地震動を与えることで、間隙水圧やせん断応力がどのように変化するかを詳細に測定している。</p> <p>第6章はLS-RAPIDモデルの適用結果を論じている。第5章の実験結果から得られる土の特性値を用いて数値シミュレーションを実行し、土の特性が地すべり地帯全体で一樣と仮定した場合と、発生・運動領域でその特性が異なることを仮定した場合とを比較し、計算条件の違いによる流動現象の違いを論じている。</p> <p>第7章は結論であり、本論の成果を取りまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本研究の成果は以下のようにまとめられる。

- (1) 1998 年から 2012 年までの 15 年間を対象にした荒砥沢ダム流域の水収支を計算した結果、1999 年から 2007 年までは長期的に流域貯水量が減少の傾向にあることが推定され、2007 年 7 月時点で計算期間中最も乾燥した状態になっていた。荒砥沢地すべりが発生した 2008 年 6 月の時点でも、他年に比べて流域貯水量は相対的に低い状態であり、また地すべり発生前の 3 ヶ月間の降水量も 500 mm 未満であって特筆して多くはない。このことから、初期の水分量が極端に高い状態で今回の地すべりが発生したとは言えないことが分かった。
- (2) 地すべり発生域を代表する崩壊部分から採取した土塊試料と、地すべりの運動域を代表する末端部からの土塊試料を用いたリングせん断試験を実施した。その結果、両者ともに 3 MPa の載荷圧をかけて、当該地震動の加速を反映するせん断応力をかけた場合において、初期間隙水圧をゼロに設定した非排水条件では地すべりが発生しないことが分かった。一方、初期間隙水圧を 1 MPa に設定した非排水の条件では、地震動に伴って土の間隙水圧が上昇し、液状化に相当する現象が発生することにより、上記と同じ条件でも地すべりが発生することが分かった。また、間隙水圧のみ上昇させる実験によって当該地すべりを発生させる限界間隙水圧比は 0.61 から 0.65 程度であること、さらに地すべり末端の土の方が崩壊部分の土に比べて摩擦係数が大きいことが明らかになった。
- (3) リングせん断試験で得られた土の特性値を用いて、LS-RAPID モデルによって地すべりの動態シミュレーションを行った結果、土の特性が発生・運動領域全体で同様であると仮定したシミュレーションでも、当該地震で地すべりが引き起こされ、それが側方に移動する現象が再現できた。また、地すべりの初動は地震によって引き起こされるものの、その後は上記の非排水条件に近い状態で滑動が進むことが示された。ただし領域一様を仮定したシミュレーションでは、実現象に比べて活動の距離が短くなり、崩壊斜面がダム湖にまで到達するという現象を再現することができなかった。それに対し、土の特性の違いを発生域と運動域で分けて設定したシミュレーションでは、崩壊斜面がダム湖に到達するまでの過程を含めてより現実に近い形で地すべりの挙動を再現できることが分かった。

以上のように、本論文はダム貯水池の上流域における地すべり災害の現象をリングせん断試験と数値シミュレーションによって実証的に論じたものであり、地盤・地震・水文の 3 分野に横断的に関連する地すべりの現象解明に迫った内容を含んでいる。地震動に伴う地すべりの発生と流動過程において間隙水圧の初期状態とその変化傾向が及ぼす影響を明らかにするとともに、地盤の特性を調べるうえで、排水条件を制御するリングせん断試験の有効性が明確に示されている。本論の内容は、未だ十分に解明が進んでいない地震動に伴う大規模地すべりの現象解明と予測にとって有効であり、学術上、実務上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成 29 年 1 月 23 日に、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。